

**LAPORAN PEMBUATAN PROGRAM MENGGUNAKAN
R PROGRAMMING**

"Aplikasi Kalkulator Pajak Karbon Industri di Indonesia"

Dosen Pembimbing:

Dr. Lukman Heryawan, S.T., M.T.



Disusun oleh Kelompok Ceteris Paribus :

Rizqi Akhyar Prasetya	(21/473221/EK/23288)
Mutiara Afriansa Pramesti	(21/473768/EK/23326)
Rizal Pangestu	(21/481585/EK/23658)
Satrio Aji Wicaksono	(22/499360/EK/24047)
Marchela Diva Ayu W.	(23/512053/EK/24300)
Salwa Tazkia Nafsi A.	(23/512219/EK/24309)
Adinda Nurrahmah K.	(23/512270/EK/24313)
Naurah Early Anmanida	(23/512339/EK/24316)

**FAKULTAS EKONOMIKA DAN BISNIS
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA**

2024

Abstrak

Aktivitas industri, seperti pembakaran bahan bakar fosil dan proses manufaktur, memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi karbon. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Indonesia telah menerapkan berbagai kebijakan, salah satunya adalah Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Perpajakan (UU HPP) yang memperkenalkan skema Pajak Karbon. Untuk mempermudah penghitungan pajak karbon, kami telah berinovasi menghasilkan aplikasi kalkulator pajak karbon “Carbonator” di Indonesia. Aplikasi ini diharapkan mampu membantu industri dalam mengidentifikasi dan menghitung emisi karbon secara efisien serta memenuhi kewajiban perpajakan terkait emisi karbon sehingga nantinya dapat mendorong pengurangan emisi karbon serta mendukung tercapainya target *net-zero-emission* pada tahun 2060.

Kata kunci : **emisi, karbon, pajak**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂), merupakan penyebab utama perubahan iklim. Aktivitas industri, seperti pembakaran bahan bakar fosil dan proses manufaktur, memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi karbon. Dari tahun 2010 hingga 2018, emisi gas rumah kaca (GRK) nasional menunjukkan tren kenaikan sekitar 4,3% per tahun.

Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Indonesia telah menerapkan berbagai kebijakan, salah satunya adalah Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Perpajakan (UU HPP), yang memperkenalkan skema Pajak Karbon. Pajak Karbon adalah instrumen ekonomi yang bertujuan mendorong pengurangan emisi karbon dan mendukung pencapaian target emisi nol bersih (*net-zero emission*) pada tahun 2060. Selain itu, Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon (NEK) - Pasal 5 juga menetapkan pungutan atas karbon sebagai pungutan negara, baik di pusat maupun daerah, berdasarkan kandungan karbon, potensi emisi karbon, jumlah emisi karbon, dan kinerja aksi mitigasi.

Namun, perhitungan Pajak Karbon tidaklah sederhana. Proses ini melibatkan berbagai faktor seperti jenis industri, jumlah emisi karbon yang dihasilkan, dan metode pengukuran emisi, yang membuatnya rumit dan memakan waktu bagi industri. Dalam laporan ini, kami akan membahas pembuatan program menggunakan R Programming yang bertujuan untuk mempermudah perhitungan Pajak Karbon. Program ini diharapkan dapat membantu industri dalam mengidentifikasi dan menghitung emisi karbon secara efisien serta memenuhi kewajiban perpajakan terkait emisi karbon.

1.2 Tujuan dikembangkannya aplikasi

Pengembangan aplikasi ini memiliki beberapa tujuan utama, yaitu:

- a. Memantau dan Mengelola Data Emisi Karbon Secara Lebih Efisien: Aplikasi ini dirancang untuk membantu industri dalam memantau dan mengelola data emisi karbon mereka dengan lebih efektif dan efisien.

- b. Membantu Industri Mematuhi Pajak Karbon: Dengan kalkulator Pajak Karbon yang terintegrasi, aplikasi ini akan memudahkan industri dalam menghitung dan membayar pajak karbon sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- c. Meningkatkan Kepatuhan Pajak Perusahaan: Aplikasi ini bertujuan untuk meningkatkan kepatuhan pajak perusahaan dengan menyediakan alat yang mudah digunakan untuk perhitungan dan pelaporan pajak karbon.
- d. Meningkatkan Kesadaran tentang Emisi Karbon: Melalui pemantauan yang teratur dan pelaporan yang transparan, aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran industri terhadap emisi karbon yang dihasilkan.
- e. Meningkatkan Kesadaran terhadap Dampak Lingkungan: Selain mengelola data emisi, aplikasi ini juga berfungsi sebagai alat edukasi untuk meningkatkan kesadaran mengenai dampak lingkungan dari aktivitas industri.
- f. Meningkatkan Transparansi dalam Pelaporan Emisi Karbon dan Pembayaran Pajak Karbon: Dengan fitur pelaporan yang transparan, aplikasi ini akan membantu perusahaan dalam memberikan informasi yang akurat dan terpercaya mengenai emisi karbon dan pembayaran pajak karbon mereka.
- g. Mendukung Upaya Indonesia untuk Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dan Mencapai Target *Net Zero Emission* pada Tahun 2060: Aplikasi Kalkulator Pajak Karbon ini merupakan kontribusi positif dalam mendukung upaya nasional untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mencapai target emisi nol bersih (net-zero emission) pada tahun 2060.
- h. Melalui tujuan-tujuan ini, diharapkan aplikasi yang dikembangkan menggunakan R Programming ini dapat menjadi alat yang efektif bagi industri dalam mengelola emisi karbon dan mendukung kebijakan lingkungan yang lebih baik.

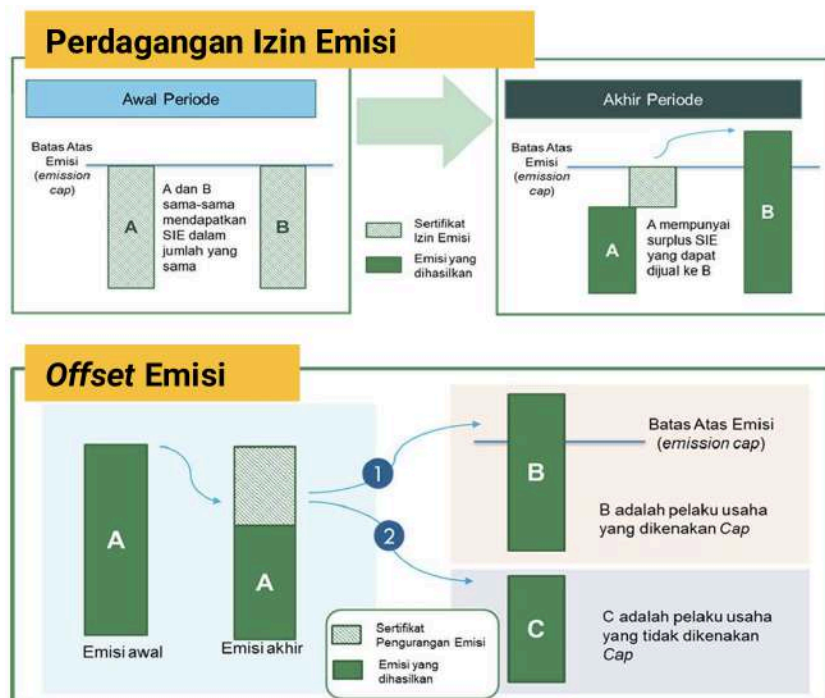
BAB 2

LITERATURE REVIEW

2.1 Carbon Pricing Mechanism

Carbon pricing adalah sebuah skema yang mengenakan harga atas setiap emisi karbon yang dihasilkan (World Bank, 2020). Hal ini sesuai dengan Deklarasi Rio 1992 yang menyatakan bahwa pemerintah harus menginternalisasi biaya lingkungan yang diakibatkan oleh emisi karbon melalui kebijakan yang sesuai (The United Nations Conference on Environment and Development, 1992). Prinsip ini dikenal sebagai "*polluter pays principle*", di mana setiap penghasil emisi harus membayar biaya terkait dampak lingkungan yang ditimbulkannya (London School of Economic and Political Science, 2018).

World Bank (2020) menjelaskan bahwa skema utama *carbon pricing* terdiri atas: *Emission Trading System (Cap-and-Trade)* dan *Carbon Tax*. *Cap-and-Trade System* adalah sebuah skema dimana pemerintah akan menerapkan batas atas emisi yang diperbolehkan untuk diproduksi setiap perusahaan.



Source : Kementrian Keuangan Republik Indonesia

Apabila perusahaan menghasilkan emisi yang melebihi batas yang ditetapkan, maka perusahaan tersebut diharuskan untuk mengeluarkan biaya tambahan dengan

membeli kredit jatah emisi dari perusahaan lain yang emisi karbonnya masih dibatas batas yang ditetapkan. Skema ini akan menciptakan sebuah pasar baru yang memperdagangkan kredit yang belum digunakan, yang kemudian dikenal dengan pasar karbon.

Skema berikutnya adalah pajak karbon. *Carbon tax* atau pajak karbon merupakan skema yang paling mudah untuk diterapkan oleh pemerintah, cukup dengan menetapkan tarif untuk setiap emisi karbon yang dihasilkan. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa mekanisme pajak karbon harus ada tarif yang ditetapkan oleh pemerintah terlebih dahulu, sedangkan dalam mekanisme *Cap-and-trade*, harga yang digunakan adalah harga karbon yang ditentukan dan diciptakan oleh mekanisme pasar melalui perdagangan izin emisi (World Bank, 2020).

2.2 Carbon Tax

Pajak Karbon menurut definisi dari *Tax Foundation* (2020) merupakan pajak yang dikenakan atas setiap output yang menghasilkan emisi karbon dengan tujuan untuk mendorong pelaku ekonomi rumah tangga, perusahaan, dan pemerintah untuk mengurangi produksi dari emisi karbon tersebut, sehingga dapat membantu mencegah krisis iklim yang saat ini sedang melanda dunia. Emisi karbon yang juga dikenal dengan *Green House Gases* atau GHG, memiliki tujuh cakupan gas yang termasuk diantaranya adalah carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), Nitrous Oxide, hydrofluorocarbons (HFCs), perfluorocarbons (PFCs), sulphur hexafluoride (SF₆), dan Nitrogen Trifluoride (NF₃) [National Climate Change Secretariat Singapore].

Dari perspektif produsen, pajak karbon diterapkan pada pabrik dan industri yang menghasilkan emisi karbon dalam proses manufaktur mereka. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan insentif kepada produsen agar mengurangi emisi melalui efisiensi energi atau investasi dalam teknologi ramah lingkungan. Studi yang dilakukan oleh Global Energy Policy di Columbia University menunjukkan bahwa pajak karbon dapat mendorong perusahaan untuk mengurangi emisi karbon mereka karena peningkatan biaya operasional terkait dengan pajak ini.

Dari sisi konsumen, pajak karbon dikenakan pada penggunaan barang dan jasa yang menghasilkan emisi karbon, seperti bahan bakar fosil. Dengan menerapkan pajak pada produk yang memiliki jejak karbon tinggi, konsumen didorong untuk beralih ke alternatif yang lebih ramah lingkungan. Misalnya, laporan dari WWF menyebutkan bahwa dengan menaikkan harga produk yang tinggi emisi karbonnya, seperti bensin dan diesel, konsumen akan lebih cenderung beralih ke kendaraan listrik atau transportasi umum.

Penerapan pajak karbon bagi sisi produsen dan konsumen dapat memberikan dampak yang signifikan dalam mengurangi emisi dan mendorong manfaat ekonomi yang berkelanjutan. Studi dari MIT menunjukkan bahwa penerapan pajak karbon sebesar \$50 per ton yang meningkat 5% setiap tahun dapat mengurangi emisi gas rumah kaca di Amerika Serikat hingga 63% pada tahun 2050, jauh melampaui komitmen AS dalam *Paris Agreement* (Chandler, 2018).

Lebih lanjut, Li Yang dalam studinya yang berjudul *Research on the Collaborative Pollution Reduction Effect of Carbon Tax Policies* mengungkapkan bahwa peningkatan pajak karbon tidak hanya menurunkan emisi CO₂, tetapi juga secara signifikan mengurangi emisi SO₂ atau Sulfur Dioksida. Misalnya, peningkatan pajak karbon dari 30 hingga 130 CNY (Chinese Yuan) per ton dapat meningkatkan penurunan emisi CO₂ dari 1,223 miliar ton menjadi 3,943 miliar ton dan emisi SO₂ dari 362.200 ton menjadi 1,052.200 ton. Dampak pajak karbon terhadap output industri juga bervariasi, dengan sektor seperti pembangkit listrik melihat peningkatan output, sementara industri bahan bakar fosil tradisional seperti batu bara dan minyak mengalami penurunan signifikan, dengan output batubara berkurang hampir 50%.. Hal ini menunjukkan pergeseran menuju sumber energi yang lebih bersih, mendukung keberlanjutan jangka panjang sektor industri (Yang Li, 2024).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan pajak karbon dapat menurunkan emisi karbon dan sekaligus meningkatkan Produk Domestik Bruto (PDB) suatu negara jika tarif pajak yang diterapkan sudah tepat (Ekins dan Speck, 2011). Di sisi lain, tarif pajak karbon yang terlalu rendah dinilai tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan emisi dan PDB (Lee et al., 2013). Hal ini karena tarif pajak karbon yang tinggi akan memberikan dorongan yang kuat kepada konsumen untuk

mengubah perilaku konsumsinya yakni untuk beralih menggunakan energi yang lebih ramah lingkungan, sedangkan tarif pajak karbon yang rendah hanya akan memberikan dorongan yang lemah pula kepada konsumen untuk mengubah perilaku konsumsinya (Sumner et al., 2011).

2.3 Carbon Tax Implementation in worldwide and its comparison to Indonesia

Dalam penyusunan kebijakan terkait pajak karbon, Swedia dan Finlandia menjadi negara yang paling sering dijadikan sebagai referensi. Hal ini disebabkan karena Swedia menjadi negara yang menerapkan pajak karbon tertinggi dibandingkan negara lain dan Finlandia menjadi negara yang pertama kali menerapkan pajak karbon. Kedua negara tersebut dapat menerapkan pajak karbon tanpa melukai ekonomi yang telah ada

a. Swedia

Swedia merupakan negara yang menerapkan pajak karbon dengan tarif tertinggi di dunia. Berdasarkan data terakhir, tarif pajak karbon yang diterapkan di Swedia adalah 137\$ per ton CO₂. Pajak karbon yang diterapkan oleh Swedia berhasil secara efektif menurunkan tingkat emisi sebesar 27% dari tahun 1991 hingga 2018. Namun, Swedia juga menerapkan kebijakan pelengkap seperti pengurangan pajak penghasilan dan pajak korporasi untuk memitigasi adanya dampak ekonomi akibat kebijakan yang diterapkan. Hal ini dibuktikan dengan pertumbuhan GDP yang mencapai 105% sejak tahun 1990 hingga 2020

b. Finlandia

Tidak jauh berbeda dengan Swedia, Finlandia juga berhasil mencapai tingkat kesuksesan yang cukup signifikan dengan kebijakan pajak karbonnya. Pada awalnya, tarif dari pajak karbon ditetapkan di angka yang rendah, namun seiring berjalannya waktu tarif tersebut meningkat secara bertahap sejalan dengan target pengurangan emisi negara tersebut. Pajak karbon yang diterapkan oleh Finlandia menetapkan bahan bakar fosil yang digunakan dalam transportasi dan pemanasan. Akan tetapi, terdapat beberapa sektor yang mendapatkan pengecualian demi menjaga kestabilan ekonomi. Sektor yang mendapatkan pengecualian merupakan sektor strategis bagi ekonomi Finlandia seperti industri kayu

dan industri manufaktur. Industri kayu mendapatkan pengecualian karena industri kayu merupakan *Comparative Advantage* yang dimiliki oleh Finlandia dalam pasar internasional.

c. Indonesia

Secara nominal, tarif yang diterapkan Indonesia secara relatif cukup signifikan lebih rendah dibandingkan kedua negara di atas. Tarif yang diterapkan oleh Indonesia hanya berkisar di angka 30 rupiah per kilogram CO₂, atau 30 ribu rupiah per ton CO₂. Angka yang lebih rendah ini ditujukan untuk meminimalisir resistensi dari industri dan memberikan waktu untuk proses adaptasi teknologi. Hal ini mengingat Indonesia baru menerapkan skema pajak karbon di awal tahun 2022.

Meskipun demikian, penerapan pajak karbon di Indonesia belum optimal. Hal ini karena pada saat pertama kali diberlakukan, Indonesia masih dalam kondisi pemulihan pasca pandemi Covid-19. Akibatnya, sebagian perusahaan merasa penetapan pajak karbon hanya akan memperburuk keadaan ekonomi mereka. Hal tersebut kemudian ditanggapi pemerintah dengan cara pemberlakuan pajak karbon secara bertahap. Sebagai buktinya, pada awal pemberlakuan pajak karbon yaitu tahun 2022–2024, Indonesia menetapkan “cap” pada sektor pembangkit listrik terutama batubara. Implementasi tersebut dilaksanakan dengan skema cap and tax yang searah dengan pengimplementasian pada pasar karbon. Kemudian, pada tahun 2025, Indonesia berencana mulai menetapkan pajak karbon tidak hanya pada sektor pembangkit listrik, tetapi juga pada sektor lain sesuai dengan kesiapan masing-masing. Penerapan pajak karbon pada sektor lain juga menggunakan skema cap and tax.

Comparison

1. Tax Rates and its Coverage

Negara	Tarif	Cakupan
Swedia	137 USD per ton CO ₂	Bahan bakar fosil, pengecualian terhadap sektor strategis yang lebih

		menggunakan EU UTS
Finlandia	73.02 USD per ton CO2	Bahan bakar fosil, dengan pengecualian terhadap industri kayu
Indonesia	Rp.30.000 per ton CO2	Masih terbatas pada pembangkit listrik tenaga batu bara

2. Economic Impact

Swedia	Meskipun tingkat tarifnya tertinggi dunia, ekonomi Swedia tetap stabil. Pajak yang ditarik juga kemudian diinvestasikan kembali ke arah teknologi hijau dan layanan publik, sehingga memberikan stimulasi terhadap ekonomi dan penciptaan lapangan kerja di sektor industri yang baru
Finlandia	<p>Sistem Pajak Karbon di Finlandia telah terintegrasi dengan baik ke dalam ekonominya sehingga Finlandia dapat menekan emisinya tanpa memberikan dampak negatif terhadap ekonomi.</p> <p>Selain itu, seperti Swedia, pajak yang ditarik juga diinvestasikan ke arah energi terbarukan dan efisiensi energi, sehingga membantu ekonomi menuju arah keberlanjutan yang lebih baik</p>
Indonesia	Karena pajak yang diterapkan masih rendah dibandingkan yang lain, diharapkan bahwa dampak ekonomi yang segera mungkin terjadi dapat diminimalisir. Masih terdapat kemungkinan untuk peningkatan dan pelebaran tarif yang diterapkan

3. Emission Reduction

Finlandia	Pajak karbon tinggi yang diterapkan Swedia terbukti efektif dalam mengurangi emisi yang ada (27% dari tahun 1991 hingga 2018)
Swedia	Kebijakan yang ditetapkan secara bertahap berhasil mengurangi tingkat emisi yang ada di negara tersebut.
Indonesia	Pada tahun 2020 terjadi penurunan emisi sebesar 8,78 juta ton.

2.4 Contoh Perhitungan Carbon Tax

Data :

Batas atas (cap) = 0,918 ton CO₂e/MwH

Produksi listrik = 6.100.000 MwH

Total emisi GRK = 5.800.000 ton CO₂e

Tarif per ton CO₂e = Rp30.000

Skenario 1

- a. PLTU Tidak Berhasil Mendapatkan SIE dan Batas Emisi Terlampaui

Pada skenario ini, karena PLTU menghasilkan emisi lebih dari batas yang ditentukan, maka PLTU akan membayarkan penalti yang berupa pajak karbon dengan perhitungan berikut

Perhitungan :

Batas atas : 0,918 ton CO₂e/MwH x 6.100.000 MwH = 5.599.800 ton CO₂e

Surplus Emisi Karbon : 5.800.000 ton CO₂e - 5.599.800 ton CO₂e = 200.200 ton CO₂e

Total Penalti (Pajak Karbon) : 200.200 ton CO₂e x Rp30.000/ton CO₂e=

Rp6.006.000.000.000

- b. PLTU Berhasil Membeli SIE di Pasar Karbon

Pada skenario ini, karena PLTU menghasilkan emisi lebih dari batas yang ditentukan, maka PLTU seharusnya perlu untuk membayarkan penalti sesuai ketentuan yang berlaku. Akan tetapi, karena PLTU berhasil mendapatkan Surat Izin Emisi (SIE) yang dapat

mencakup keseluruhan dari surplus emisi yang dihasilkan, maka PLTU tidak perlu membayarkan pajak karbon sepeserpun

Perhitungan :

Pajak Karbon Terutang - SIE : $6.006.000.000.000 - 6.006.000.000.000 = \text{Rp}0$

- c. PLTU berhasil membeli SIE namun tidak mencukupi

Pada skenario ini, PLTU berhasil mendapatkan SIE dari pasar karbon. Akan tetapi, SIE yang didapatkan tidak mencukupi untuk menutupi surplus dari total emisi yang dihasilkan. Pada perhitungan kali ini, diasumsikan bahwa total SIE yang didapatkan adalah senilai setengah dari total surplus emisi

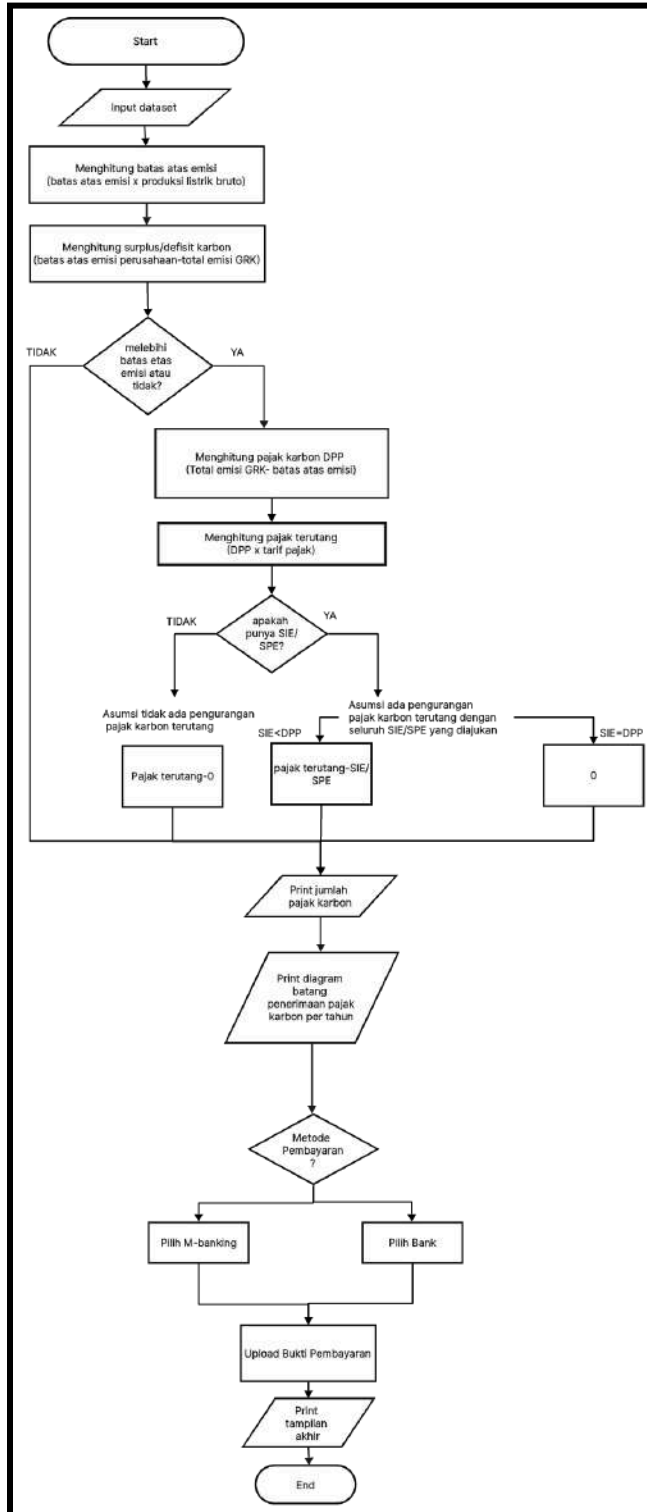
Perhitungan :

Pajak Karbon Terutang - SIE : $6.006.000.000.000 - 3.003.000.000 = \text{Rp}3.003.000.000$

BAB 3

METODE

3.1 Flowchart



Flowchart di atas menggambarkan alur proses dari pembuatan aplikasi kalkulator pajak karbon industri di Indonesia. Berikut penjelasan terkait langkah-langkah dalam *flowchart*:

1. *Start*: Menandakan awal dari alur kerja
2. *Input dataset*: Proses dimulai dengan pengguna memasukkan data terkait emisi karbon yang dihasilkan oleh industri, seperti nama perusahaan, kapasitas pembangkit, batas atas emisi, produksi listrik bruto, total emisi GRK kemenkeu, dan jumlah Sertifikat Izin Emisi (SIE) atau Sertifikat Penurunan Emisi (SPE).
$$\text{Batas atas emisi perusahaan (ton CO}_{2e}\text{)} = \text{Batas atas emisi (CO}_{2e}\text{/MwH)} \times \text{Produksi Listrik Bruto (MwH)}$$
Dengan nilai batas atas emisi $(\text{CO}_{2e}\text{/MwH}) = 0.918$
4. Menghitung surplus/defisit karbon:
$$\text{Surplus/Defisit Karbon} = \text{Batas atas emisi perusahaan (ton CO}_{2e}\text{)} - \text{Total emisi GRK Kemenkeu}$$
Dengan nilai total emisi GRK kemenkeu = 5.800.000
5. Validasi nilai surplus/defisit karbon melebihi batas atas atau tidak?
 - Jika “Ya” maka lanjut ke langkah berikutnya
 - Jika “Tidak” maka lanjut ke langkah ()
6. Menghitung pajak karbon Dasar Pengenaan Pajak (DPP)
$$\text{DPP} = \text{Total emisi GRK Kemenkeu} - \text{Batas Atas Emisi Perusahaan (ton CO}_{2e}\text{)}$$
7. Menghitung pajak terutang (pajak karbon):
$$\text{Pajak terutang} = \text{DPP} \times \text{Tarif Pajak (Rp/ ton CO}_{2e}\text{)}$$
Dengan Tarif Pajak = Rp 30,000/ ton CO_{2e}
8. Validasi kepemilikan SIE/SPE perusahaan
 - Jika “Ya” perusahaan memiliki SIE/SPE. Terdapat dua asumsi lanjutan, apakah terdapat asumsi terutang dengan seluruh SIE/SPE yang diajukan.
 - Jika “SIE < DPP”, maka pajak terutang akan dikurang dengan SIE/SPE.
 - Jika “SIE=DPP”, maka lanjut ke langkah 0.
 - Jika “Tidak” memiliki SIE/SPE, maka pajak terutang akan dikurang dengan 0.
9. *Print* jumlah pajak karbon: Kegiatan akan dilanjutkan, ketika perusahaan memiliki SIE<DPP. Program akan melakukan *print* jumlah pajak karbon yang berisi informasi mengenai jumlah pajak karbon yang harus dibayarkan.

10. *Plot* diagram batang penerimaan pajak karbon per tahun.
11. Metode pembayaran: Program akan memberikan pilihan metode pembayaran yang dapat dipilih, perusahaan dapat membayar melalui *m-banking* atau melalui bank secara *offline*.
12. *Upload* Bukti Pembayaran: Perusahaan diharuskan untuk mengupload bukti pembayaran pada laman ini sebagai bukti bahwa perusahaan tersebut telah membayar pajak karbon.
13. *Print* tampilan akhir: Program akan menampilkan ucapan terima kasih kepada perusahaan dan harapan agar Indonesia dapat mencapai Target *Net Zero Emission*.
14. *End*: Menandakan akhir dari alur kerja.

3.2 Dataset

No	Nama Perusahaan	Tahun	Kapasitas Pembangkit (MW)	Batas Atas Emisi (Cap) (CO ₂ e/MWh)	Produksi Listrik Bruto (MWh)	Total Emisi GRK Kemenkeu/Realisasi	SIE
1	PT Inovasi Gemilang Tbk	2020	480	0.918	1,280,977.00	5,800,000.00	1,330,950.00
2	PT Cipta Abadi Tbk	2021	463	0.918	2,575,189.00	5,800,000.00	1,418,626.00
3	PT Solusi Terpadu Tbk	2020	698	0.918	7,542,632.00	5,800,000.00	0.00
4	PT Sinar Kencana Tbk	2021	885	0.918	6,821,477.00	5,800,000.00	0.00
5	PT Gumilang Sentosa Tbk	2023	852	0.918	6,467,880.00	5,800,000.00	0.00
6	PT Daya Prima Tbk	2022	610	0.918	2,251,732.00	5,800,000.00	2,662,965.00
7	PT Mandiri Sejahtera Tbk	2022	219	0.918	7,837,528.00	5,800,000.00	0.00
8	PT Agro Lestari Sejahtera Tbk	2024	487	0.918	8,279,786.00	5,800,000.00	0.00
9	PT Forestry Alam Raya Tbk	2024	767	0.918	7,915,620.00	5,800,000.00	0.00
10	PT Sawit Nusantara Tbk	2024	805	0.918	6,079,178.00	5,800,000.00	219,314.60
11	Mega Persada	2023	261	0.918	6,431,601.00	5,800,000.00	0.00
12	PT Harvest Horizon Tbk	2020	472	0.918	5,373,403.00	5,800,000.00	867,216.05
13	PT EverGreen Pastures Tbk	2021	466	0.918	2,242,437.00	5,800,000.00	1,029,523.00
14	PT YumCuisine Ventures Tbk	2020	807	0.918	1,391,697.00	5,800,000.00	0.00
15	Delicious Bites Co.	2021	870	0.918	4,408,565.00	5,800,000.00	0.00
16	PT Sumber Jaya Tbk	2023	524	0.918	2,918,765.00	5,800,000.00	3,120,573.73
17	PT Abadi Makmur Tbk	2022	936	0.918	9,711,921.00	5,800,000.00	0.00
18	PT Cahaya Rembulan Tbk	2022	138	0.918	1,264,998.00	5,800,000.00	3,624,671.00
19	PT Subur Jaya Tbk	2024	124	0.918	7,798,552.00	5,800,000.00	0.00
20	Oryza Co.	2024	629	0.918	1,621,888.00	5,800,000.00	0.00
21	PT Eco Nomie Tbk	2023	725	0.918	7,612,552.00	5,800,000.00	0.00
22	PT Emerald Tbk	2020	963	0.918	2,314,246.00	5,800,000.00	2,426,925.00
23	Minotour Co.	2021	528	0.918	6,231,921.00	5,800,000.00	51,456.00
24	PT Anak Minerale Tbk	2021	428	0.918	8,194,625.00	5,800,000.00	0.00
25	PT Evangeline Savir Tbk	2023	725	0.918	7,457,184.00	5,800,000.00	0.00
26	Breksea Co.	2022	496	0.918	2,975,435.00	5,800,000.00	1,513,357.00
27	PT Pesona SS Tbk	2022	871	0.918	7,798,423.00	5,800,000.00	0.00
28	Petanoe Co.	2024	271	0.918	1,978,523.00	5,800,000.00	987,158.86
29	PT Pesona Mahmud Indonesia	2024	303	0.918	1,925,122.00	5,800,000.00	4,032,738.00
30	Pavingo Dua	2023	298	0.918	6,653,789.00	5,800,000.00	0.00

Link Spreadsheet Dataset:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1--iuUasp8782PAAU9BtbPDQ1HmuMeCTzxluBqpPoLfY/edit?usp=sharing>

3.3 R-Code

```
# Install necessary libraries
install.packages("scales")
install.packages("colorspace")
install.packages("shiny")
install.packages("shinydashboard")
install.packages("leaflet")
install.packages("ggplot2")
```

```

install.packages("markdown")
install.packages("dplyr")
install.packages("bs4Dash")
install.packages("bslib")
install.packages("terra")

# Load necessary libraries
library(scales)
library(colorspace)
library(shiny)
library(shinydashboard)
library(leaflet)
library(ggplot2)
library(markdown)
library(dplyr)
library(ggplot2)
library(leaflet)
library(bs4Dash)
library(bslib)
library(terra)

# Define UI
my_theme <- bs_theme(
  bg = "#202123", fg = "#B8BCC2", primary = "#EA80FC",
  base_font = font_google("Grandstander"),
  "font-size-base" = "1.1rem"
)

# Define UI
ui <- dashboardPage(
  skin = "blue",
  dashboardHeader(
    title = tags$div(
      style = "background-color: #007bff; padding: 8px;
text-align: center;",
      tags$img(src =
"https://u3xfr2-mutiara-afriansa0pramesti.shinyapps.io/carbonar
a/_w_7c1ca104/Logo%20Carbonator.png",
        height = "50px",
        style = "margin-right: 10px; vertical-align:
middle;"),
      tags$span("Carbonator", style = "font-weight:bold;
font-size:1.5em; color: white;")
    )
  ),

```



```

dashboardSidebar(
  sidebarMenu(id = "tabs", # Tambahkan ID untuk sidebarMenu
    menuItem("Informasi", tabName = "tujuan", icon
= icon("info")),
    menuItem("Input Data", tabName = "input_data",
icon = icon("edit")),
    menuItem("Hasil", tabName = "hasil", icon =
icon("bar-chart")),
    menuItem("Metode Pembayaran", tabName =
"metode_pembayaran", icon = icon("credit-card"))
  )
),
dashboardBody(
  tabItems(
    tabItem(tabName = "tujuan",
      fluidRow(
        box(title = "Perhitungan Pajak Karbon: Menuju
Indonesia Bebas Emisi 2060", status = "primary", solidHeader =
TRUE, width = 12,
          tags$br(),

tags$img(src="https://assets-a1.kompasiana.com/items/album/2024
/01/30/zero-carbon-65b8f31dc57afb49dc603772.jpg", height =
"300px", style = "display: block; margin-left: auto;
margin-right: auto;"),
          tags$br(),
          tags$br(),
          h3("Latar Belakang dan Tujuan", style
="font-weight:bold;"),
          tags$p("Emisi gas rumah kaca, terutama
karbon dioksida (CO2), merupakan penyebab utama perubahan
iklim. Aktivitas industri, seperti pembakaran bahan bakar fosil
dan proses manufaktur, memberikan kontribusi signifikan
terhadap emisi karbon. Dari tahun 2010 hingga 2018, emisi gas
rumah kaca (GRK) nasional menunjukkan tren kenaikan sekitar
4,3% per tahun.

```

Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Indonesia telah menerapkan berbagai kebijakan, salah satunya adalah Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Perpajakan (UU HPP), yang memperkenalkan skema Pajak Karbon. Pajak Karbon adalah instrumen ekonomi yang bertujuan mendorong pengurangan emisi karbon dan mendukung pencapaian target emisi nol bersih (net-zero emission) pada tahun 2060. Selain itu, Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon (NEK) - Pasal 5


```

tags$p("Presented by: ", style =
"font-weight:bold"),
tags$img(src =
"https://c8.alamy.com/comp/2DBXR08/ceteris-paribus-text-concept
-closeup-american-dollars-cash-money3d-rendering-ceteris-paribu
s-at-dollar-banknote-financial-usa-money-banknote-comme-2DBXR08
.jpg", height = "200px", style = "margin-center: px;"
),
tags$br(),
tags$br(),
actionButton("input_data", "Input Data")
)
),
tabItem(tabName = "input_data",
fluidRow(
box(title = "Input Data dan Petunjuk
Pengisian", status = "primary", solidHeader = TRUE, width = 12,
tags$div(
h4("Petunjuk Pengisian Aplikasi
Kalkulator Pajak Karbon:", style = "font-weight:bold"),
tags$ol(
tags$li("Isikan data perusahaan dan
data produksi listrik sesuai dengan informasi yang valid."),
tags$li("Pastikan untuk memilih tahun
yang sesuai."),
tags$li("Isikan kapasitas pembangkit
listrik dalam MWh (megawatt-hour)."),
tags$li("Produksi listrik bruto harus
diisi dalam MWh (megawatt-hour)."),
tags$li("Surat Izin Emisi (SIE) harus
diisi dalam ton CO2e (ton karbon dioksida setara).")
)
),
textInput("nama_perusahaan", "Nama
Perusahaan"),
selectInput("tahun", "Tahun", choices =
as.character(2020:2025)),
numericInput("kapasitas_pembangkit",
"Kapasitas Pembangkit (MwH)", value = 0),
numericInput("produksi_listrik_bruto",
"Produksi Listrik Bruto (MwH)", value = 0),
numericInput("sie", "Surat Izin Emisi (SIE)
(ton CO2e)", value = 0),
actionButton("process", "Process"),

```

```

        actionButton("go_to_results", "Go to
Results")
    )
)
),

    tabItem(tabName = "hasil",
        fluidRow(
            box(title = "Data Pajak Karbon", status =
"primary", solidHeader = TRUE, width = 12,
                tableOutput("data_table")
            ),
            box(title = "Data Perhitungan Pajak Karbon",
status = "primary", solidHeader = TRUE, width = 12,
                tableOutput("detail_table")
            ),
            box(title = "Jumlah Pajak Karbon", status =
"primary", solidHeader = TRUE, width = 12,
                verbatimTextOutput("pajak_karbon_final")
            ),
            box(title = "Bar Chart Pajak Karbon", status =
"primary", solidHeader = TRUE, width = 12,
                plotOutput("carbon_tax_plot")
            ),
            box(title = "Bar Chart Emisi Karbon", status =
"primary", solidHeader = TRUE, width = 12,
                plotOutput("carbon_emissions_plot")
            ),
            actionButton("go_to_payment", "Go to Payment"),
# Tambahkan button untuk pindah ke tab Metode Pembayaran
            actionButton("go_to_dashboard", "Go to
Dashboard") # Tambahkan button untuk pindah ke tab Input Data
        )
    ),
    tabItem(tabName = "metode_pembayaran",
        fluidRow(
            box(title = "Metode Pembayaran", status =
"primary", solidHeader = TRUE, width = 12,
                selectInput("metode_pembayaran", "Metode
Pembayaran", choices = c("m-banking", "ATM")),
                fileInput("bukti_pembayaran", "Unggah Bukti
Pembayaran", accept = c(".jpg", ".png", ".pdf")),
                actionButton("submit_payment", "Submit
Payment"), # Tombol untuk submit pembayaran

```



```

      mutate(pajak_karbon = dpp * tarif_pajak) %>%
      mutate(pengurangan_pajak = sie * tarif_pajak) %>%
      mutate(pajak_karbon_final = ifelse(melebihi_batas,
pajak_karbon - pengurangan_pajak, 0))

    # Redirect to results tab
    updateTabItems(session, "tabs", "hasil")

    df
  })

  observeEvent(input$go_to_payment, {
    updateTabItems(session, "tabs", "metode_pembayaran")
  })

  observeEvent(input$input_data, {
    updateTabItems(session, "tabs", "input_data")
  })

  observeEvent(input$go_to_results, {
    updateTabItems(session, "tabs", "hasil")
  })

  observeEvent(input$go_to_results_from_payment, {
    updateTabItems(session, "tabs", "hasil")
  })

  observeEvent(input$go_to_dashboard_from_payment, {
    updateTabItems(session, "tabs", "input_data")
  })

  observeEvent(input$go_to_dashboard, {
    updateTabItems(session, "tabs", "input_data")
  })

  observeEvent(input$submit_payment, {
    output$thank_u <- renderText({
      "Terima Kasih! Pembayaran Anda telah berhasil diproses."
    })
  })

  output$data_table <- renderTable({
    req(data())
    data() %>%

```

```

      select(-pajak_karbon_final, -surplus_defisit_karbon,
             -melebihi_batas, -dpp, -pajak_karbon, -pengurangan_pajak)
    })

    output$pajak_karbon_final <- renderPrint({
      req(data())
      total_pajak <- sum(data()$pajak_karbon_final, na.rm = TRUE)
      formatted_total <- scales::dollar_format(prefix = "Rp ",
big.mark = ".", decimal.mark = ",")(total_pajak)
      paste("Total Pajak Karbon yang Harus Dibayar:",
formatted_total)
    })

    output$carbon_tax_plot <- renderPlot({
      req(data())
      ggplot(data(), aes(x = as.factor(tahun), y =
pajak_karbon_final)) +
        geom_bar(stat = "identity", fill = "blue") +
        labs(title = "Penerimaan Pajak Karbon per Tahun",
             x = "Tahun",
             y = "Penerimaan Pajak Karbon (Rp)") +
        scale_y_continuous(labels = scales::dollar_format(prefix
= "Rp ", big.mark = ".", decimal.mark = ","))
    })

    output$carbon_emissions_plot <- renderPlot({
      req(data())
      ggplot(data(), aes(x = as.factor(tahun), y = total_emisi))
+
        geom_bar(stat = "identity", fill = "orange") +
        labs(title = "Jumlah Emisi Karbon per Tahun",
             x = "Tahun",
             y = "Total Emisi Karbon (ton CO2e)")
    })

    output$detail_table <- renderTable({
      req(data())
      data() %>%
        select(pajak_karbon_final, surplus_defisit_karbon,
melebihi_batas, dpp, pajak_karbon, pengurangan_pajak)
    })
  }

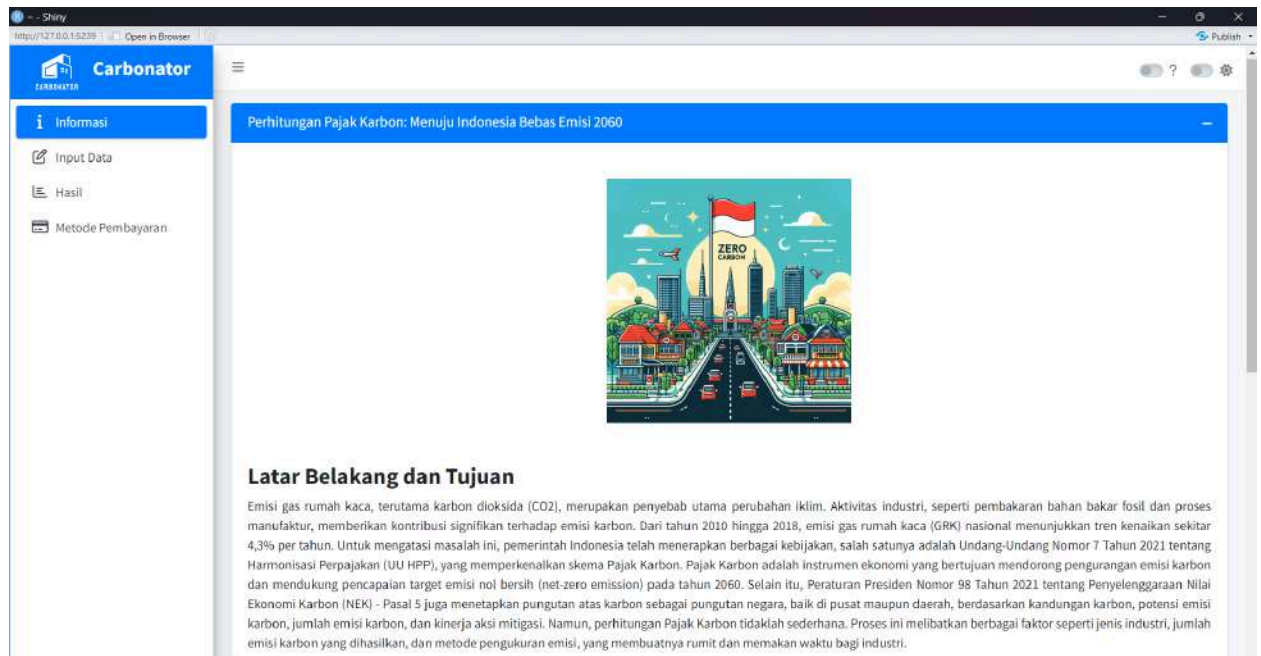
# Run the application
shinyApp(ui = ui, server = server)

```


BAB 4

HASIL

4.1 Tampilan Hasil



The screenshot displays the Carbonator application interface, specifically the 'Input Data dan Petunjuk Pengisian' page. The left sidebar contains a menu with 'Informasi', 'Input Data', 'Hasil', and 'Metode Pembayaran'. The main content area is titled 'Petunjuk Pengisian Aplikasi Kalkulator Pajak Karbon:' and lists five instructions for data entry. Below the instructions, there are input fields for 'Nama Perusahaan', 'Tahun', 'Kapasitas Pembangkit (MwH)', 'Produksi Listrik Bruto (MwH)', and 'Surat Izin Emisi (SIE) (ton CO2e)'. At the bottom, there are 'Process' and 'Go to Results' buttons.

Petunjuk Pengisian Aplikasi Kalkulator Pajak Karbon:

1. Isikan data perusahaan dan data produksi listrik sesuai dengan informasi yang valid.
2. Pastikan untuk memilih tahun yang sesuai.
3. Isikan kapasitas pembangkit listrik dalam MwH (megawatt-hour).
4. Produksi listrik bruto harus diisi dalam MwH (megawatt-hour).
5. Surat Izin Emisi (SIE) harus diisi dalam ton CO2e (ton karbon dioksida setara).

Nama Perusahaan

PT Inovasi Gemilang Tbk

Tahun

2020

Kapasitas Pembangkit (MwH)

480

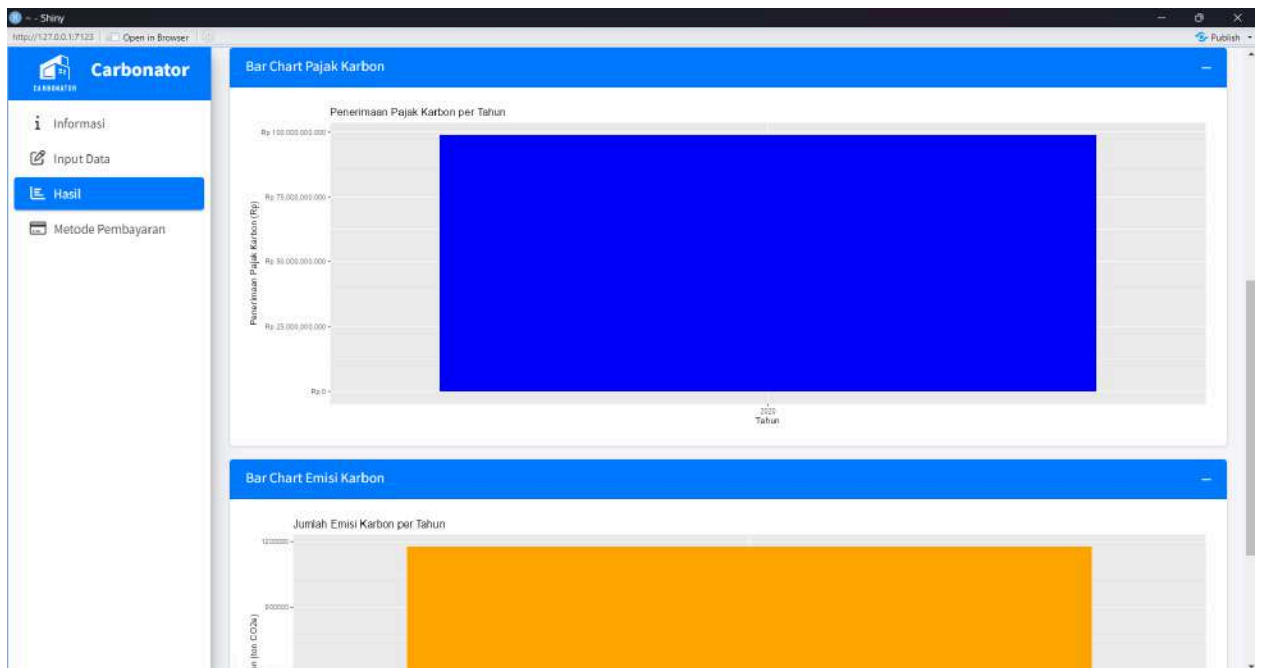
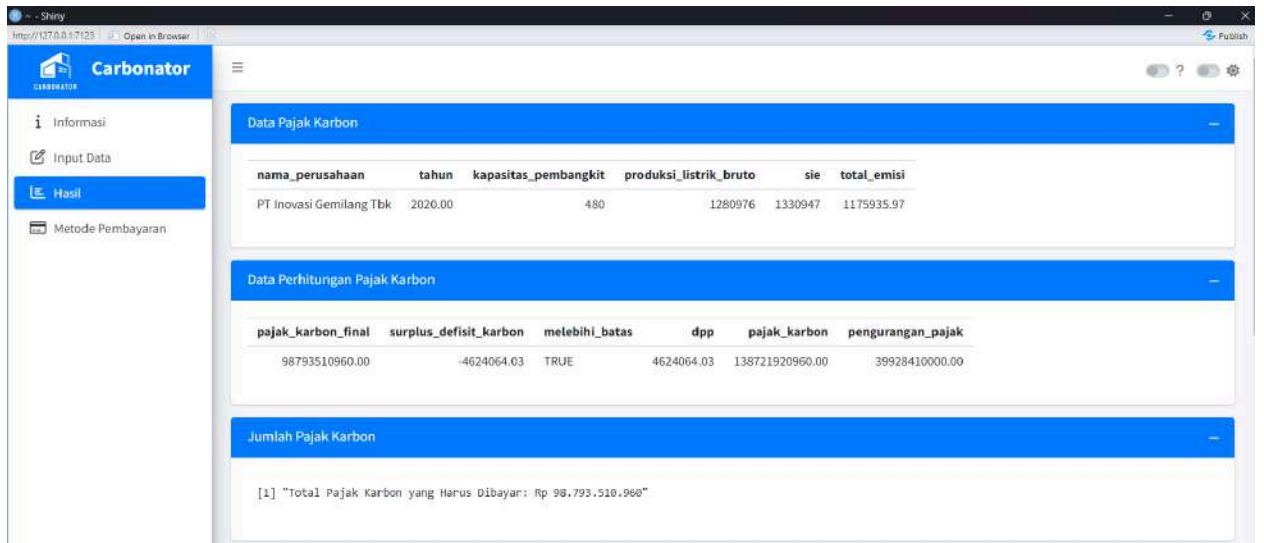
Produksi Listrik Bruto (MwH)

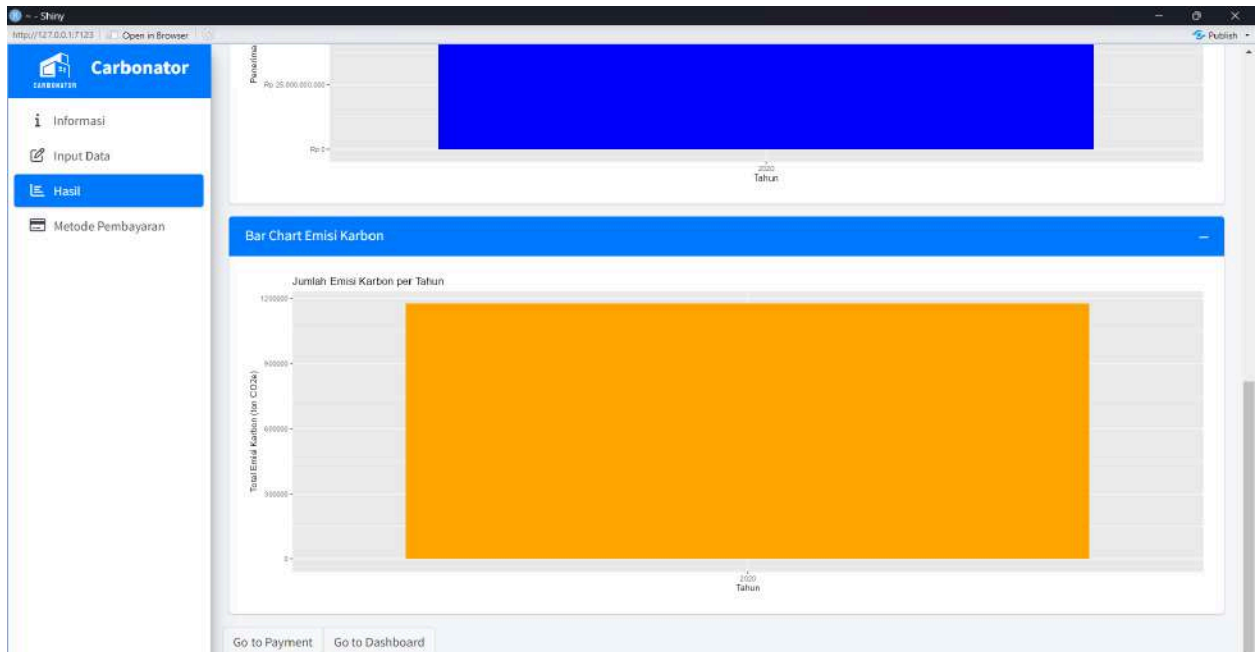
1280977

Surat Izin Emisi (SIE) (ton CO2e)

1330947

Process Go to Results

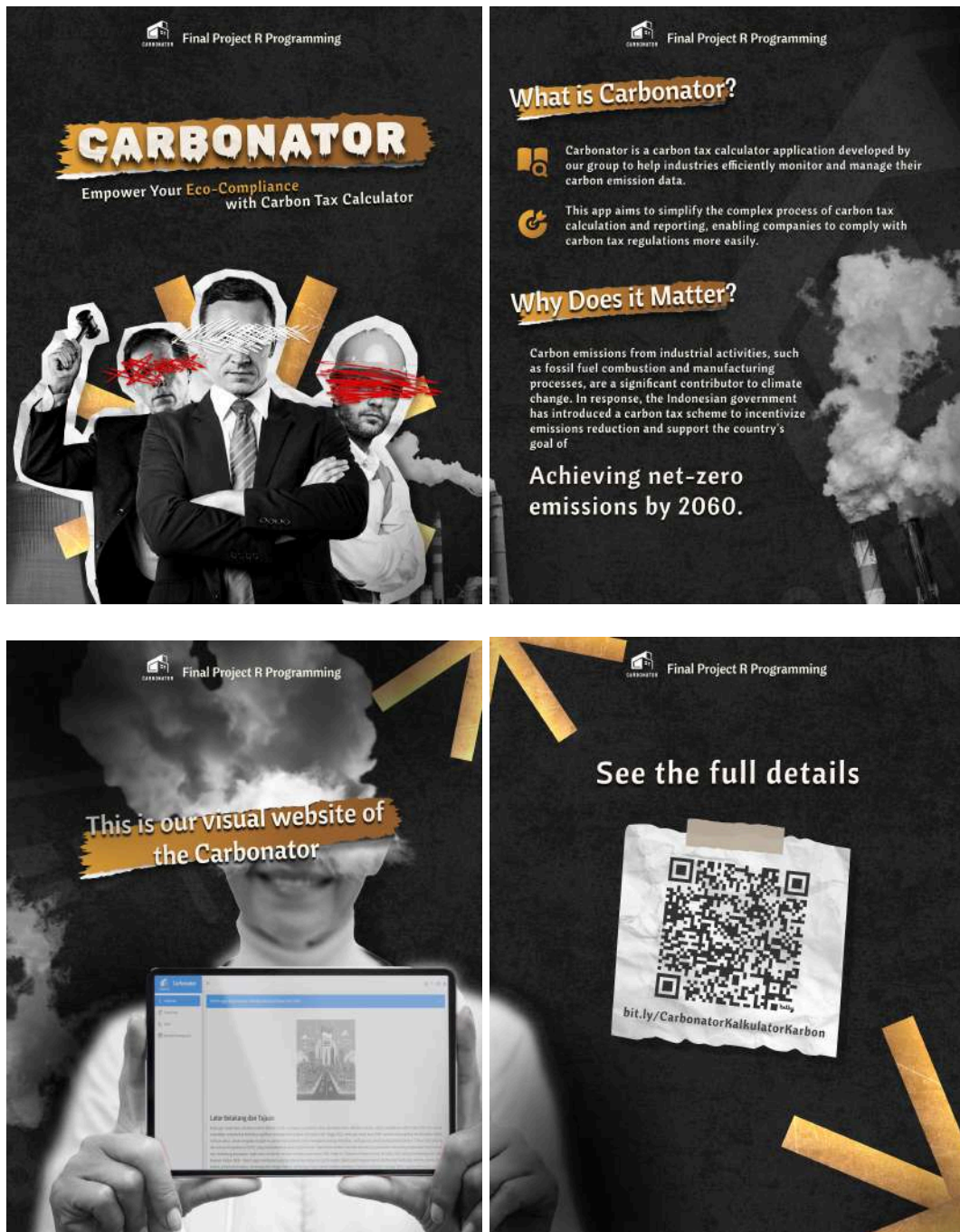




The screenshot shows the 'Metode Pembayaran' (Payment Method) form in the Carbonator application. The sidebar on the left has the 'Metode Pembayaran' link highlighted. The main form area includes a dropdown menu for 'Metode Pembayaran' with 'm-banking' selected. Below this is a section for 'Unggah Bukti Pembayaran' (Upload Payment Proof) with a 'Browse...' button and a file name 'Bukti Pembayaran.png'. A blue progress bar indicates 'Upload complete'. At the bottom of the form, there are three buttons: 'Submit Payment', 'Go to Results', and 'Go to Dashboard'. A notification box at the bottom states: 'Terima Kasih! Pembayaran Anda telah berhasil diproses.' (Thank you! Your payment has been successfully processed.)

Link Website dan Booklet: <https://bit.ly/CarbonatorKalkulatorKarbon>

4.2 Poster



Link instagram: <https://www.instagram.com/p/C8UoQe2yAF6/?igsh=NTZ2MT11ZzAwN2Nv>

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada hakikatnya, pajak karbon merupakan pungutan atas karbon berdasarkan kandungan karbon, potensi emisi karbon, jumlah emisi karbon, dan kinerja aksi mitigasi yang bertujuan untuk mendorong pengurangan emisi karbon serta aksi dukungan untuk mencapai target *net-zero-emission* pada tahun 2060. Selain itu, juga untuk memberikan insentif kepada produsen agar mengurangi emisi melalui efisiensi energi atau investasi dalam teknologi ramah lingkungan. Penghitungan yang tidak sederhana dan memakan waktu menjadi alasan dibuatnya aplikasi penghitung pajak karbon. Aplikasi yang dibuat, dikembangkan dengan program R dengan harapan dapat menjadi alat yang efektif untuk mendukung kebijakan pajak karbon yang lebih baik.

5.2 Saran

Untuk mendukung implementasi pajak karbon yang efektif dan efisien, perlu dilakukan beberapa langkah. Pertama, pemerintah dan pihak terkait perlu mengadakan sosialisasi dan pelatihan yang komprehensif mengenai penggunaan aplikasi penghitung pajak karbon berbasis program R kepada seluruh pemangku kepentingan, termasuk produsen dan regulator. Kedua, perlu ada upaya terus-menerus untuk meningkatkan akurasi dan keandalan aplikasi melalui pembaruan dan pemeliharaan rutin, serta memperhatikan masukan dari pengguna. Selain itu, perlu dipertimbangkan pengembangan fitur-fitur tambahan yang dapat membantu pengguna dalam mengidentifikasi peluang pengurangan emisi lebih lanjut. Terakhir, kolaborasi dengan lembaga riset dan universitas dapat diperkuat untuk memastikan bahwa metode penghitungan dan teknologi yang digunakan dalam aplikasi selalu sesuai dengan perkembangan ilmiah terkini. Dengan demikian, diharapkan kebijakan pajak karbon dapat berjalan secara efektif, mendorong inovasi hijau, dan berkontribusi signifikan dalam mencapai target *net-zero-emission* pada tahun 2060.

Daftar Pustaka

- Ahdiyati, A. (2022, March 23). *Pajak Karbon Indonesia Tergolong Rendah di Skala Global* | Databoks. Databoks.katadata.co.id.
<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/23/pajak-karbon-indonesia-tergolong-rendah-di-skala-global>
- Barus, E. B., & Wijaya, S. (2022). Penerapan Pajak Karbon Di Swedia Dan Finlandia Serta Perbandingannya Dengan Indonesia. *JURNAL PAJAK INDONESIA (Indonesian Tax Review)*, 5(2), 256–279. <https://doi.org/10.31092/jpi.v5i2.1653>
- Chandler, David L. (2018). Carbon taxes could make a significant dent in climate change, study finds Several different carbon-pricing approaches would help reduce emissions, and some would be fair as well, researchers report. MIT News Office. Accessed through <https://news.mit.edu/2018/carbon-taxes-could-make-significant-dent-climate-change-0406>
- Diamond, J. W., & Zodrow, G. R. (2018). The effects of carbon tax policies on the US Economy and the welfare of households. Independent Report, New York: Columbia SIPA Center on Global Energy Policy.
- Ekins, P., & Speck, S. (Eds.). (2011). Environmental tax reform (ETR): a policy for green growth. Oxford University Press.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2021). PAJAK KARBON DI INDONESIA Upaya Mitigasi Perubahan Iklim dan Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan
- Lee, T. C., Chang, Y. T., & Lee, P. T. (2013). Economy-wide impact analysis of a carbon tax on international container shipping. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 58, 87-102.

Mitigasi, U., Iklim, P., Pertumbuhan, D., & Berkelanjutan, E. (2021). *PAJAK KARBON DI INDONESIA*.

https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/2bb41-bahan-bkf-kemenkeu.pdf

National Climate Change Secretariat. (No Years). Carbon Tax. National Climate Change Secretariat. Accessed through

<https://www.nccs.gov.sg/singapores-climate-action/mitigation-efforts/carbontax/>

Pamungkas, B. N., & Haptari, V. D. (2022). Analisis Skema Pengenaan Pajak Karbon Di Indonesia Berdasarkan United Nations Handbook Mengenai Penerapan Pajak Karbon

Oleh Negara Berkembang. *JURNAL PAJAK INDONESIA (Indonesian Tax Review)*, 6(2), 357–367. <https://doi.org/10.31092/jpi.v6i2.1843>

Sumner, J., Bird, L., & Dobos, H. (2011). Carbon taxes: a review of experience and policy design considerations. *Climate Policy*, 11(2), 922-943.

Tax Foundations. (2020). Carbon Tax. Tax Foundations. Accessed through <https://taxfoundation.org/taxbasics/carbon-tax/>

World Bank. (2020). Carbon Pricing. World Bank. Accessed through <https://www.worldbank.org/en/programs/pricing-carbon>

World Wild Life. (2019). What is a Carbon Tax and How Could it Help Us Fight the Climate Crisis?. World Wild Life. Accessed through <https://www.worldwildlife.org/stories/what-is-a-carbon-tax-and-how-could-it-help-us-fight-the-climate-crisis>

Yang, L. (2024). Research on the Collaborative Pollution Reduction Effect of Carbon Tax Policies. *Sustainability*, 16(2), 935.